

## 유박의 줄뿌림 시비가 옥수수 생육 및 양분이용효율에 미치는 영향\*

옥정훈\*\*\* · 조정래\*\* · 이병모\*\*\*\* · 안난희\*\*\* · 신재훈\*\*\* · 이연\*\*\*\*\*

### Effect of Oil Cake Banding Application on Growth and Nutrient Use Efficiency in Maize

Ok, Jung-Hun · Cho, Jung-Lai · Lee, Byung-Mo ·  
An, Nan-Hee · Shin, Jae-Hoon · Lee, Yeon

This study aimed at improving the method of oil cake application in maize. The experiment was conducted during 2 years at NAS (National Institute of Agricultural Sciences) experimental field, located in Wanju-kun, Jeollabuk-do. Growth factors and nutrient use efficiency were evaluated depending on oil cake application depth, placement, and application rate. Difference in oil cake application method and depth was tested in 2012 and different placements of oil cake application were compared in 2013. Plant height, SPAD value, and dry weight of stem and corn were investigated. SPAD value, dry weight of stem and corn were significantly higher in oil cake banding treatment (OB5, 5 cm depth) as compared to others application methods, i.e. spreading (OS0), deep banding (OB10) and banding + spreading (OB5S). In addition, dry weight of stem and corn of banding treatments (OBL, OBLL) on rhizosphere and in between row (OBR) were higher than spreading treatment (OSP). Furthermore, in case of reduced application rate in additional fertilization did not decrease dry weight of corn and increased nutrient use efficiency. Therefore, it is concluded that banding application in 5 cm-depth and rhizosphere can improve growth and nutrient use efficiency in maize production.

Key words : *banding application, maize, nutrient use efficiency, oil cake*

\* 본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ101089501)의 연구비 지원으로 수행되었음.

\*\* Corresponding author, 국립농업과학원 유기농업과(chojr@korea.kr)

\*\*\* 국립농업과학원 유기농업과

\*\*\*\* 농촌진흥청 국외농업기술과

\*\*\*\*\* 환경농업단체연합회 유기농업연구소

## I. 서 론

최근 농약과 화학비료의 사용에 의한 농업환경 오염부하를 감소할 수 있는 친환경농업에 관심이 높아지고 있다. 친환경농업을 정착시키기 위하여 농림축산식품부에서는 유기질비료 지원 사업을 지속적으로 추진하여 왔다. 이에 따라 국내에서 유박의 생산량은 증가하였고, 농가에서 유박 등 유기질비료의 사용도 증가하였다.

유기질비료는 양분공급에 따른 작물 생산성 증가, 유기물 공급에 따른 토양개량 효과, 유기물질에 의한 생리적 효과, 그리고 유용미생물이 증가하는 효과가 있다고 보고된 바 있다(Lim and Lee, 1992; Kang et al., 2002; Yang et al., 2008; Cho et al., 2009). 하지만 유기질비료를 과다 사용할 경우에는 토양 내에 염류 집적 현상, 작물의 수분과 양분흡수 저해, 근권신장의 장애 등이 발생하여 작물의 생산성과 품질을 저하시키는 결과를 가져올 수 있으며(Mer et al., 2000; Ramoliya and Pandey, 2002; Lee et al., 2004), 물에 의한 용탈에 따른 지하수 오염의 가능성도 제기되고 있다(Chung and Lee, 2008).

유기질비료는 원예, 과수, 시설재배지에서 고소득 작물재배에 많이 사용하고 있으며, 친환경농업 실천농가에서는 양분공급과 토양개량의 목적으로 사용되고 있고, 유기농업에서 토양양분관리는 녹비작물이나 가축분 퇴비뿐만 아니라 유기질비료를 이용하여 작물의 양분을 공급하고 있다. 특히 유기질비료 중에서 가장 보편적으로 사용되는 유박은 가축분 퇴비와 비교하여 질소함량이 약 1~3배 정도 높고 비료 효과에 있어서 완효적 특징을 지닌다. 이와 같이 다른 유기물보다 양분 함량이 높아 과용 시 부작용이 우려되는 유박을 활용할 때는 비료의 성분조성과 토양의 양분함량을 고려하여 합리적으로 사용할 필요성이 있다. 그러나 국내 유통 유기질비료의 성분조성에 관한 분석 및 연구결과는 다수가 보고되어 있으나(Lee et al., 2004; Lee et al., 2006; Nam et al., 2010), 유기질비료의 합리적인 시비방법에 관한 연구 및 자료는 미진한 편이다. 본 연구에서는 기존의 유박 전면시비 방법을 줄뿌림 시비로 개선하였을 때 옥수수의 생육과 양분이용효율을 비교·평가하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험구 구성 및 처리내용

본 시험은 2012, 2013년도에 전라북도 완주군에 위치한 국립농업과학원 유기농업과 시험포장에서 수행하였다. 시험구는 5 m×5 m (가로×세로)의 크기로 조성하였으며, 무처리, 화학비료 처리구와 유박 전면시비, 유박 줄뿌림 등의 유박 처리구로 구성하였다. 유박 처리구는 유박의 시비방법, 시비깊이, 시비위치, 시비량 등에 변화를 주어, 2012년도에는 유박 전

면시비 깊이 0 cm와 유박 줄뿌림 시비 깊이 5 cm와 10 cm로 달리하여 서로 비교하였고, 2013년도에는 유박 전면시비와 줄뿌림 시용 위치를 옥수수 주간 줄뿌림과 옥수수 근권 줄뿌림으로 변화를 주어 시험을 수행하였다. 그리고 옥수수 근권 줄뿌림의 경우 추비시 기존 추비량의 절반을 줄뿌림 시비하는 처리구도 추가하여 시비량에도 변화를 주었다. 시험구 배치는 처리당 난괴법 3반복으로 하였다. 시험대상 작물은 옥수수(광평옥)를 사용하였으며, 재식밀도는 70 cm×30 cm이었고, 화학비료는 옥수수 표준시비량에 맞추어 사용하였다. 유박은 옥수수 표준시비량 상당의 질소기준(18 kgN/10a)으로 계산하여 사용하였다. 화학비료와 유박은 기비와 추비로 나누어 2차례 사용하였으며 유박 추비시에도 시비방법을 다르게 하여 처리하였다. 자세한 처리내용은 Table 1과 Table 2에 나타내었다.

Table 1. Application method and amount of oil cake (OC) fertilizer in 2012. Spreading and Banding are mean of application methods

Treatment	Source	Application method / depth		Amount of fertilization (basal-additional)
		Basal	Additional	
CON	No fertilizer	-	-	0-0
CHM	Chemical fertilizer	Spreading / 0 cm	Spreading / 0 cm	9-9
OS0	Oil cake	Spreading / 0 cm	Spreading / 0 cm	9-9
OB5	Oil cake	Banding / 5 cm	Banding / 5 cm	9-9
OB10	Oil cake	Banding / 10 cm	Banding / 10 cm	9-9
OB5S	Oil cake	Banding / 5 cm	Spreading / 0 cm	9-9

Note: CON (Control), CHM (Chemical fertilizer), OS0 (Oil cake spreading application in 0 cm), OB5 (Oil cake banding application in 5 cm depth), OB10 (Oil cake banding application in 10 cm depth), OB5S (Oil cake banding application in 5 cm depth + spreading application)

Table 2. Application method and amount of oil cake (OC) fertilizer in 2013. Spreading and Banding are mean of application methods

Treatment	Source	Application method / placement		Amount of fertilization (basal-additional)
		Basal	Additional	
CON	No fertilizer	-	-	0-0
CHM	Chemical fertilizer	Spreading / 0 cm	Entire surface	9-9
OSP	Oil cake	Spreading / 0 cm	Entire surface	9-9
OBR	Oil cake	Banding / 5 cm	In between row	9-9

Treatment	Source	Application method / placement		Amount of fertilization (basal-additional)
		Basal	Additional	
OBL	Oil cake	Banding / 5 cm	Localized (nearby plant)	9-9
OBLL	Oil cake	Banding / 5 cm	Localized (nearby plant)	9-4.5

Note: CON (Control), CHM (Chemical fertilizer), OSP (Oil cake spreading application in 0 cm), OBR (Oil cake banding application in 5 cm depth + in between row of additional fertilizer), OBL (Oil cake banding application in 5 cm depth + nearby plant of additional fertilizer), OBLL (Oil cake banding application in 5 cm depth + nearby plant with half amount of additional fertilizer)

## 2. 유기자재, 토양, 식물체 분석

토양 시료는 시험 전, 수확 후에 시료를 채취하여 pH, 전기전도도, 유기물 함량, 유효인산, 치환성 양이온 등 화학성을 분석하였다. 토양 시료는 오거(Augar)를 사용하여 표토(0~20 cm)를 채취하였으며, 풍건시켜 2 mm체를 통과시킨 후, 농촌진흥청 국립농업과학원에서 제시한 토양 및 식물체 분석법(NIAST, 2010)에 준하여 분석하였다. 전질소는 C/N 자동분석기(Variomax CN, Elementar, Germany)를 이용하였고, 유효인산은 Lancaster법, 치환성 양이온은 1 N-ammonium acetate로 침출한 후 ICP (Integra XL, GBC Scientific Equipment Pty Ltd., Australia)로 정량하였다.

옥수수 생육조사는 파종 후 약 60일 후, 수확 후 2차례로 나누어 실시하였다. 생육조사는 초장, 엽색도(SPAD값), 옥수수 줄기와 알곡의 생체중과 건물중 등을 조사하였다. 수확한 옥수수의 양분함량은 농촌진흥청 농업과학원에서 제시한 토양 및 식물체 분석법(NIAST, 2010)에 준하여 분석하였다. 알곡의 양분이용효율은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{알곡 양분이용효율(\%)} = ((\text{처리구 알곡 양분흡수} - \text{무처리구 알곡 양분흡수}) / \text{처리구 양분투입량}) \times 100$$

## 3. 통계분석

통계분석에는 통계패키지 SAS (SAS Institute Inc, 2000)를 사용하였다. 연도별 시험 자료에 대해 분산분석을 수행하여 처리에 따른 차이를 검정하였고, Duncan의 다중 검정에 의해 각 처리 간의 차이를 비교하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 시험전 토양의 화학성

시험 전 토양의 화학성을 Table 3에 나타내었다. 시험포장은 개간한 지 얼마 되지 않은 척박한 조건으로서 2012년과 2013년 모두 전체 시험구의 양분함량이 상당히 낮은 수준이었다. 연도별 pH는 각각 5.2, 5.3으로 약산성이었으며, 전기전도도(EC)는 약 0.40, 0.35 dS/m의 수치를 보였고 유기물 함량은 7.3, 8.2 g/kg, 유효인산은 39.8, 25.0 mg/kg으로 매우 낮은 수준이었다. 시험에 사용한 유박은 아주까리유박, 미강유박 등을 사용한 식물성 혼합 유박으로 성분 분석결과는 Table 4에 나타내었다. 질소함량은 4.6%, 탄질율은 9.1이었다.

Table 3. Initial chemical properties in experiment soil (2012. May, 2013. April)

pH	EC	T-N	OM	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg
(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(mg/kg)	Exch. cations (cmol <sub>c</sub> /kg)		
2012							
5.2	0.40	0.4	7.3	39.8	0.3	4.3	1.2
2013							
5.3	0.35	0.4	8.2	25.0	0.3	4.5	1.3

Note: EC (Electric conductivity), OM (Organic matter), Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Available phosphate), Exch.cations (Exchange cations)

Table 4. The chemical properties of oil cake used in this study

C	N	C/N	P	K	Ca	Mg
(%)			(%)			
41.7	4.6	9.1	2.3	1.3	3.0	0.7

Note: C/N (C/N ratio)

#### 2. 옥수수의 생육 및 양분이용효율

유박의 처리 깊이(2012년)에 따른 옥수수 생육변화 조사결과를 Table 5에 나타내었다. 신규 개간지의 척박한 조건으로 인하여 전체적으로 수량은 낮았다. 수확한 옥수수의 생육조사 결과, 무처리구와 비교하여 모든 처리구에서 초장, 엽색도(SPAD값)에서 높은 값을 나타내었다. 옥수수의 줄기와 알곡의 건물중 등에서도 무처리를 제외한 모든 처리구에서 높은

값을 나타내었으며 특히 유박 줄뿌림 시비(OB5) 처리구에서 높은 값을 보였다. 초장의 경우, 무처리구(CON) 평균 197.4 cm와 비교하여 유박 줄뿌림(OB5) 처리구에서 평균 238.1 cm로 가장 높은 값을 나타내었으나 무처리구를 제외한 모든 처리구가 비슷한 값을 나타내어 처리구간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 엽색도(SPAD값)에서도 유박 줄뿌림(OB5) 처리구에서 가장 높은 값을 나타내었고 처리구 OB0과 OB5S에서도 다소 높은 수치를 보였다. 옥수수 줄기의 건물중은 OB5 > OB5S ≍ CHM > OB10 ≍ OS0 > CON 순으로, 옥수수 알곡의 건물중은 OB5 > OS0 ≍ OB5S ≍ CHM ≍ OB10 > CON 순으로 높았다. 전반적으로 유박 줄뿌림 시비(OB5) 처리구의 생육이 통계적으로 유의하게 높았으며, 유박 전면시비와 심층 줄뿌림(10 cm 깊이) 보다는 유박 줄뿌림(5 cm 깊이)으로 시비하는 것이 보다 효과적이었다. 이는 토양 깊이와 유박의 무기화율과 관련이 있는 것으로 판단되는데, 토심이 깊어짐에 따라 미생물 호흡에 필요한 공기의 공급이 감소하고 유박의 무기화율도 감소하여 결과적으로 토양내의 무기태질소 함량 감소가 옥수수 생육에 영향을 미친 것으로 보인다. 무기태질소는 토심이 깊어짐에 따라 유박 종류 및 토성에 상관없이 무기태질소 생성량이 낮아지는 경향이 있다는 보고와도 유사한 결과를 보인다(Cho and Chang, 2007).

Table 5. Growth response of corn treated with oil cake and chemical fertilizer at oil cake application method in 2012

	Plant height (cm)	Leaf color (SPAD value)	Dry weight of stem (g/plant)	Dry weight of corn (g/plant)
CON	197.4 <sup>b</sup>	39.9 <sup>c</sup>	81.0 <sup>c</sup>	17.4 <sup>c</sup>
CHM	226.4 <sup>a</sup>	46.6 <sup>b</sup>	94.5 <sup>b</sup>	41.2 <sup>b</sup>
OS0	224.2 <sup>a</sup>	49.9 <sup>ab</sup>	87.4 <sup>bc</sup>	53.3 <sup>b</sup>
OB5	238.1 <sup>a</sup>	53.0 <sup>a</sup>	111.3 <sup>a</sup>	82.9 <sup>a</sup>
OB10	223.0 <sup>a</sup>	47.7 <sup>b</sup>	91.3 <sup>bc</sup>	39.9 <sup>b</sup>
OB5S	222.6 <sup>a</sup>	50.1 <sup>ab</sup>	99.3 <sup>b</sup>	47.1 <sup>b</sup>

\* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test, P < 0.05)

옥수수 알곡의 질소이용효율은 19.1% (CHM), 22.7% (OS0), 23.5% (OB5), 16.2% (OB10), 21.3% (OB5S)로, 인산이용효율은 10.8% (CHM), 12.5% (OS0), 19.2% (OB5), 7.5% (OB10), 12.3% (OB5S)로 나타났다(Fig. 1). 질소이용효율은 유박 줄뿌림 처리구(OB5)에서 가장 높았으며, 유박 전면시비(OS0)와 유박 줄뿌림 시비 + 전면시비(OB5S) 순으로 높았다. 인산이용효율에서도 마찬가지로 유박 줄뿌림 시비(OB5)가 가장 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 유박 줄뿌림 시비가 전면시비보다 양분이용효율 측면에서 유리하다는 것을 의미하

며, 유박의 시비방법을 개선함으로써 양분이용효율을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

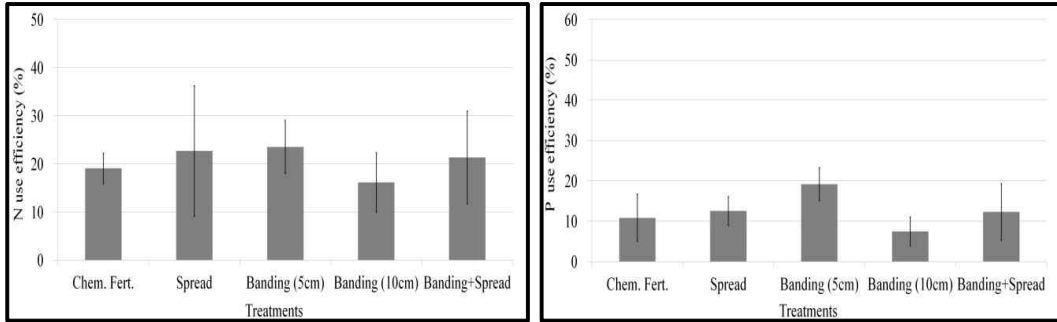


Fig. 1. Comparisons of nitrogen and phosphorus use efficiency by depth of oil cake application in 2012. The vertical bar stands for the standard error.

유기물 처리 방법, 위치와 추비량의 변화(2013년)에 따른 옥수수 생육조사 결과를 Table 6에 나타내었다. 2012년도와 마찬가지로 신규 개간지의 척박한 조건으로 인하여 전체적으로 수량은 낮았다. 수확한 옥수수의 생육조사 결과, 무처리구와 비교하여 모든 처리구에서 초장, 엽색도(SPAD값), 줄기와 알곡의 건물중 등에서 높은 값을 나타내었다. 초장의 경우, 화학비료 처리구(CHM)가 평균 240.8 cm로 가장 높게 나타났으며, 유박 처리구간에서는 유박 작물 근권 줄뿌림-추비량(1/2)(OBLL)이 평균 218.4 cm로서 다른 유박 처리방법에 비해 통계적으로 유의하게 높은 값을 나타냈다. 엽색도(SPAD값)는 CHM과 OBL처리구가 높은 값을 나타내었다. 옥수수 줄기의 건물중에서는 CHM ≍ OBLL > OSP ≍ OBL > OBR > CON 순으로, 옥수수 알곡의 건물중에서는 CHM > OBLL ≍ OBL ≍ OBR > OSP > CON 순으로 높게 나타났다. 전반적으로 2013년도에는 화학비료 처리구가 옥수수 생육이 좋았으며, 유박 처리구간의 비교에서는 유박 전면시비에 비하여 유박 작물 근권 줄뿌림 처리구가 옥수수 줄기와 알곡의 건물중 등에서 통계적으로 유의성 있게 높은 값을 보였다. 결과적으로 유박 근권 줄뿌림 시비방법은 근권에 옥수수가 흡수할 수 있는 무기태질소의 함량을 높임으로서 유박의 사용을 증가시킨 것과 같은 효과를 가져온 것으로 판단된다. 이는 토양컬럼배양 시험에서 유박 시용량이 증가되면 전체적인 무기태질소 생성량이 증가한다는 보고와 비슷한 결과이나(Cho and Chang, 2007), 유박의 무기화율은 온도, 수분함량, 토심, 토성, 유기물 종류 등에 따라 많은 영향을 받으므로 향후 이러한 영향요인에 대한 보다 깊은 연구는 필요하다고 생각된다(Quemada, 1997; Patra et al., 1999; Cho and Chang, 2007).

Table 6. Growth response of corn treated with oil cake and chemical fertilizer at oil cake application method in 2013

	Plant height (cm)	Leaf color (SPAD value)	Dry weight of stem (g/plant)	Dry weight of corn (g/plant)
CON	169.5 <sup>d</sup>	26.7 <sup>c</sup>	75.5 <sup>c</sup>	17.0 <sup>c</sup>
CHM	240.8 <sup>a</sup>	44.7 <sup>a</sup>	150.5 <sup>a</sup>	83.5 <sup>a</sup>
OSP	203.5 <sup>c</sup>	34.7 <sup>b</sup>	123.0 <sup>ab</sup>	59.7 <sup>b</sup>
OBR	195.8 <sup>c</sup>	32.5 <sup>b</sup>	111.5 <sup>b</sup>	67.0 <sup>ab</sup>
OBL	200.8 <sup>c</sup>	41.0 <sup>a</sup>	125.0 <sup>ab</sup>	73.0 <sup>ab</sup>
OBLL	218.4 <sup>b</sup>	34.0 <sup>b</sup>	147.7 <sup>a</sup>	76.7 <sup>ab</sup>

\* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test,  $P < 0.05$ )

옥수수 알곡의 질소이용효율은 15.6% (CHM), 6.0% (OSP), 10.2% (OBR), 9.4% (OBL), 10.7% (OBLL)로, 인산이용효율은 42.1% (CHM), 10.3% (OSP), 13.8% (OBR), 12.7% (OBL), 16.6% (OBLL)로 나타났다(Fig. 2). 화학비료 처리구가 가장 높은 효율을 보였으며, 유박 처리구간에는 유박 전면시비(OSP)와 비교하여 유박 줄뿌림 시비(OBR, OBL, OBLL)가 질소이용효율에서 각각 4.2%, 3.4%, 4.7%, 인산이용효율에서 각각 3.5%, 2.4%, 6.3%로 높은 효율을 보였고, 유박 작물 근권 줄뿌림-추비량(1/2)(OBLL) 처리구가 양분이용효율이 가장 높았다. 이와 같이 추비 시에 유박의 투입량을 줄이더라도 옥수수 알곡의 수량이 감소하지 않으므로 유박을 작물 근권에 줄뿌림으로 사용한다면 양분이용 측면에서 효율적일 뿐만 아니라 유박의 투입량도 줄임으로써 환경부하를 낮출 수 있을 것으로 판단된다.

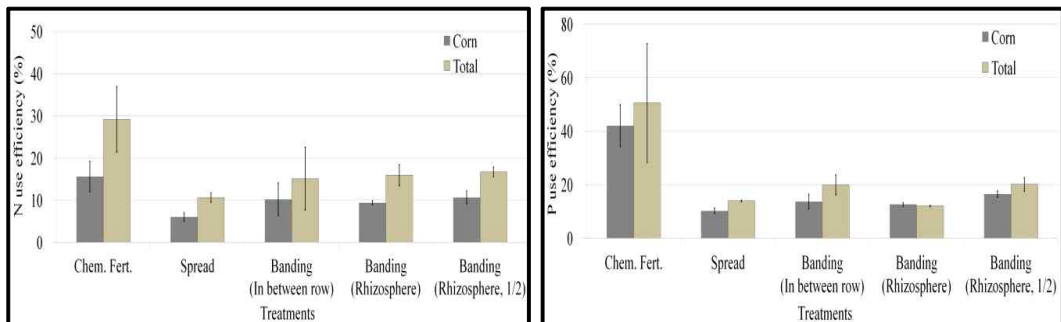


Fig. 2. Comparisons of nitrogen and phosphorus use efficiency by placement of oil cake application in 2013 year. The vertical bar stands for the standard error.



### 3. 토양의 화학성 변화

옥수수를 수확한 이후에 토양의 화학성 변화를 조사하였다. 옥수수 수확 후에 pH는 시험 전과 비교하여 무처리구와 화학비료 처리구는 소폭 감소한 반면 유박 처리구에서는 소폭 증가하는 경향을 나타내었으나 통계적으로 유의하지 않았다. 유기물 함량의 경우에도 pH와 비슷한 경향으로 유박을 처리한 시험구는 전반적으로 유기물함량이 소폭 상승하였으나 전체 처리구간의 통계적 유의한 차이는 확인할 수 없었다. 유박 등의 유기질 비료는 가축 분 퇴비보다 양분함량이 높은 특성을 지니고 있고 양분공급에 의한 작물 생산성 증진 그리고 유기물 공급에 따른 토양 환경개선 등의 효과가 있다고 보고된 바는 있으나(Lim and Lee, 1992; Kang et al., 2002; Yang et al., 2008; Cho et al., 2009), 본 시험에서는 시험 후 유기물 함량과 치환성 양이온 함량의 뚜렷한 증가는 확인할 수 없었다. 반면, 유효인산의 경우 유박을 줄뿌림 시비한 시험구에서 통계적으로 유의하게 높은 것으로 조사되었다. Oh 등(2001)에 의하면 유기농 자재를 동일하게 연용한 토양에서 인산 등의 함량이 증가하는 경향이 있다고 보고한 바 있다.

Table 7. The chemical properties of used upland soil after corn harvest in 2013

	pH	EC	T-N	OM	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)		(mg/kg)	Exch. cations (cmol <sub>e</sub> /kg)		
CON	5.30 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.38 <sup>ab</sup>	8.3 <sup>a</sup>	11.81 <sup>b</sup>	0.34 <sup>a</sup>	4.70 <sup>a</sup>	1.46 <sup>a</sup>
CHM	5.16 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	0.35 <sup>b</sup>	7.9 <sup>a</sup>	5.91 <sup>b</sup>	0.31 <sup>a</sup>	4.10 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>
OSP	5.28 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0.40 <sup>ab</sup>	8.7 <sup>a</sup>	17.34 <sup>b</sup>	0.30 <sup>a</sup>	4.20 <sup>a</sup>	1.42 <sup>a</sup>
OBR	5.35 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	9.6 <sup>a</sup>	51.04 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	4.61 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>
OBL	5.23 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.44 <sup>ab</sup>	10.0 <sup>a</sup>	43.13 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	4.77 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>
OBLL	5.22 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	0.39 <sup>ab</sup>	8.5 <sup>a</sup>	15.82 <sup>b</sup>	0.34 <sup>a</sup>	4.23 <sup>a</sup>	1.52 <sup>a</sup>

Note: EC (Electric conductivity), OM (Organic matter), Av.P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Available phosphate), Exch.cations (Exchange cations)

\* Numbers followed by the same letter within a column are not significantly different (Duncan's test, P < 0.05)

## IV. 요약

본 연구에서는 양분 유실이 많고 이용효율이 낮은 유박 전면시비에서 유박 줄뿌림으로 시비방법을 개선하였을 때 유박의 처리 깊이, 위치, 투입량에 따른 옥수수 생육 변화와 양

분이용효율 변화를 2년간 조사하였다. 옥수수 생육조사결과, 유박 전면시비와 비교하여 유박 줄뿌림 처리구가 초장, SPAD값, 줄기와 알곡의 건물중 등에서 전반적으로 좋은 생육을 보였으며, 특히 유박 줄뿌림 처리구중에서도 깊이를 5 cm로 옥수수 근권에 줄뿌림 시비하는 것이 가장 효과적인 것으로 나타났다. 양분이용효율 측면에서도 유박 줄뿌림 처리구에서 높은 효율을 보였으며 유박을 옥수수 근권에 줄뿌림 시비로 개선하여 처리한다면 추비시 투입량을 1/2로 줄여도 옥수수 알곡에서 양분이용효율은 감소하지 않는 것으로 나타났다. 유박 근권 줄뿌림 시비방법은 유박의 투입량도 기준방법과 비교하여 25% 줄일 수 있고 양분이용 측면에서 효과적인 방법으로 판단된다.

[Submitted, October. 26, 2016 ; Revised, November. 2, 2016 ; Accepted, November. 4, 2016]

## References

1. Cho, K. R., T. J. Won, C. S. Kang, J. W. Lim, and K. Y. Park. 2009. Effects of mixed organic fertilizer application with rice cultivation on yield and nitrogen use efficiency in paddy field. *Korean. J. Soil Sci. Fert.* 42: 152-159.
2. Cho, S. H, and K. W. Chang. 2007. Nitrogen mineralization of oil cakes according to changes in temperature, moisture, soil depth and soil texture. *Korean. Org. Resour. Recycl. Assoc.* p. 149-158.
3. Chung, J. B, and Y. J. Lee. 2008. Comparison of soil nutrient status in conventional and organic apple farm. *Korean. J. Soil Sci. Fert.* 41: 26-33.
4. Kang, S. W., C. H. Yeo, C. H. Yang, and S. S. Han. 2002. Effects of rapeseed cake application at panicle initiation stage on rice yield and N-use efficiency in machine transplanting cultivation. *Korean. J. Soil Sci. Fert.* 35: 272-279.
5. Lee, C. H., Y. M. Yoon, Y. S. Ok, S. K. Lim, and J. G. Kim. 2004. Chemical properties distributions of commercial organic by-product fertilizers. *Korean. J. Soil Sci. Fert.* 37: 1-6.
6. Lee, C. H., Y. S. Ok, Y. M. Yoon, D. Y. Kim, S. K. Lim, K. C. Eom, and J. G. Kim. 2006. Physical and chemical quality of organic by-product fertilizers by composting of livestock manure in Korea. *Korean. J. Soil Sci. Fert.* 39: 224-229.
7. Lim, S. K, and K. H. Lee. 1992. Effect of organic fertilizers application on radish and cabbage growth. *Korean. J. Soil Sci. Fert.* 25: 52-56.
8. Mer, R. K., P. K. Prajith, D. M. Pandya, and A. N. Pandey. 2000. Effect of salts on

- germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, and *Brassica juncea*. *J. Agro. Crop Sci.* 185: 209-217.
9. Nam, Y., S. H. Yong, and K. K. Song. 2010. Evaluating quality of fertilizer manufactured (livestock manure compost) with different sources in Korea. *Korean. J. Soil Sci. Fert.* 43: 522-527.
  10. NIAST (National Institute of Agriculture Science & Technology). 2010. Method of soil and plant analysis. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
  11. Oh, J. S., L. J. Sung, K. H. Kang, H. T. Kim, W. B. Chung, and S. J. Jeong. 2001. Effect of continuous application of organic farming materials on the soil physicochemistry property and plant growth, yield and components of tomato. *Korean. J. Org. Agric.* 9: 91-108.
  12. Patra, A. K., S. C. Jarvis, and D. J. Hatch. 1999. Nitrogen mineralization in soil layers, soil particles and macro-organic matter under grassland. *Biol. Fert. Soils.* 29: 38-45.
  13. Quemada, M. 1997. Temperature and moisture effects on C and N mineralization from surface applied clover residue. *Plant and Soil.* 189: 127-137.
  14. Ramoliya, P. J. and A. N. Pandey. 2002. Effect of increasing salt concentration on emergence, growth and survival of seedlings of *Salvadora oleoides* (Salvadoraceae). *J. Arid Environ.* 51: 121-132.
  15. SAS Institute Inc. 2000. Statistical analysis systems institute, Cary, NC, USA.
  16. Yang, C. H., C. H. Yoo, B. S. Kim, W. O. Park, J. D. Kim, and K. Y. Jung. 2008. Effects of application time and rate of mixed expeller cake on soil environment and rice quality. *Korean. J. Soil Sci. Fert.* 41: 103-111.